

**УКРАЇНА**

(19) **UA** (11) **110514** (13) **C2**  
(51) МПК  
**B23K 35/368** (2006.01)  
**B22F 7/08** (2006.01)

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2013 11761</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Любич Олександр Йосипович (UA), Марченко Станіслав Вікторович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.10.2013</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>12.01.2016</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)
<b>(41)</b> Публікація відомостей про заяву: <b>10.04.2015, Бюл.№ 7</b>	<b>(56)</b> Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 20999 A, 07.10.1997 UA 21002 A, 07.10.1997 SU 468735 A1, 30.04.1975 SU 505545 A, 30.04.1976 RU 1769481 C, 30.08.1994 CN 102343491 A, 08.02.2012
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.01.2016, Бюл.№ 1</b>	

**(54) ПОРОШКОВИЙ ДРІТ ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ****(57) Реферат:**

Винахід належить до металургії, а саме до зварювання, зокрема до матеріалів, що застосовуються для наплавлення поверхонь виробів зі сталей і чавунів. Заявлено порошковий дріт, який містить, мас. %: графіт 8,0-12,0, феротитан 30,0-40,0, ферохром 15,0-25,0, феромолібден 0,4-1,0, феромарганець 4,0-6,0, силікокальцій 1,5-2,5, залізний порошок 13,5-41,1. Коефіцієнт заповнення порошкового дроту складає 28-30 %. Технічний результат: наплавлений метал стійкий в умовах абразивного зносу.

**UA 110514 C2**



Винахід належить до зварювального виробництва, а саме до матеріалів, що застосовуються для наплавлення поверхонь виробів із сталей і чавунів.

- Відомий склад порошкового дроту для наплавлення (авт. св. СРСР № 686214, кл. B23K35/368, 1979), що містить низьковуглецеву сталь (сталеву оболонку) і в складі шихти графіт, ітрій, феросилікокальцій, феротитан, феромарганець і залізний порошок. Зазначені компоненти взяті в наступному співвідношенні, мас. %:

графіт	5,0-11,0
ітрій	0,5-3,0
феротитан	0,4-0,9
феромарганець	1,2-3,6
феросилікокальцій	3,0-7,0
залізний порошок	0,6-15,9,
при коефіцієнті заповнення 26 %.	

- До причин, що перешкоджають досягненню достатньої зносостійкості, при використанні даного порошкового дроту, відносять те, що у відомому складі дроту міститься металевий ітрій, який, з'єднуючись із вуглецем, створює карбід ітрію і поряд з цим розчиняється в карбіді заліза, зменшує його твердість, що не дозволяє досягти достатньої твердості і зносостійкості наплавленого металу. Присутність ітрію також значно підвищує вартість дроту.

- Найбільш близьким до дроту, що заявляється, є порошковий дріт (авт. св. СРСР № 1793620, кл. B23K35/368, 1993), який складається зі сталеві низьковуглецевої оболонки і порошкоподібної шихти, що містить графіт, феротитан, феромарганець, феросилікокальцій, сечовину і залізний порошок. Зазначені інгредієнти взяті в наступному співвідношенні, мас. %:

графіт	1,0-17,0
феротитан	3,6-17,8
феромарганець	3,6-7,2
феросилікокальцій	1,8-3,6
сечовина	26,8-51,4
залізний порошок	решта,
при коефіцієнті заповнення 28 %.	

- Наведений порошковий дріт має в своєму складі до 14,4 % сечовини (або до 51,4 % у складі шихти). Такий великий відсоток її у складі порошкового дроту перешкоджає введенню в нього більшого відсотка решти компонентів і підвищенню коефіцієнта заповнення порошкового дроту. Крім цього до складу порошкового дроту недостатньо введено феротитану (до 17,8 % у складі шихти). Така кількість феротитану не забезпечує утворення в наплавленому металі достатньої кількості карбідів титану, а також високого легування мартенситу і карбідів заліза, які забезпечують стійкість наплавленого металу до абразивного зношування. Крім цього порошковий дріт не має у своєму складі елементів, що поліпшують властивості наплавленого металу, добавка молібдену підвищить його міцність, в'язкість і пластичність, що сприяють підвищенню стійкості наплавленого металу абразивному зносу за рахунок утворення більш в'язкої металеві матриці, яка утримує карбіди від викришування.

- В основу винаходу поставлена задача створення порошкового дроту для наплавлення, у якому шляхом додавання до відомих інгредієнтів ферохрому забезпечується збільшення кількості карбідної фази, а також легування мартенситу в наплавленому металі. Крім цього в склад шихти порошкового дроту доданий феромолібден, який сприяє підвищенню пластичності наплавленого металу, завдяки чому утворені карбіди титану і хрому міцно утримуються в наплавленому металі, що значно підвищує його опір проти зношування.

- Поставлена задача вирішується тим, що порошковий дріт для наплавлення, що складається зі сталеві низьковуглецевої оболонки і порошкоподібної шихти, що містить графіт, феротитан, феромарганець, силікокальцій і залізний порошок, згідно з винаходом, шихта додатково містить ферохром і феромолібден при наступному співвідношенні компонентів, мас. %

графіт	8,0-12,0
феротитан	30,0-40,0
ферохром	15,0-25,0
феромолібден	0,4-1,0
феромарганець	4,0-6,0
силікокальцій	1,5-2,5
залізний порошок	13,5-41,1.

- При цьому коефіцієнт заповнення порошкового дроту складає 28-30 %. Введення інгредієнтів до складу порошкового дроту в таких співвідношеннях є необхідним і достатнім для одержання щільного наплавленого металу, стійкого в умовах абразивного зношування.

Додаткове введення до складу шихти ферохрому в межах 15,0-25,0 % забезпечує високе легування металевої матриці і утворення карбідів хрому, що значно підвищує твердість і абразивну зносостійкість одержуваного сплаву. При введенні до складу шихти порошкового дроту менше ніж 15,0 % ферохрому хром розчиняється в аустеніті і майже не впливає на

міцність металевої матриці, карбіди хрому при цьому майже не утворюються. При збільшенні ферохрому в шихті витратного електрода за 25,0 % відбувається незначне збільшення кількості карбідів хрому, яке майже не впливає на зносостійкість наплавленого металу.

Добавка феромолібдену в наплавлений метал збільшує його міцність і опір зносу. Феромолібден доданий в склад шихти порошкової проволоки від 0,4 до 1,0 % покращує загартованість наплавленого металу, збільшує його в'язкість та ліквідує відпускну крихкість. Введення в склад порошкового дроту феромолібдену менше 0,4 % міцність і опір зносу наплавленого металу значно зменшується. При збільшенні в наплавленому металі феромолібдену більше 1,0 % опір зносу наплавленого металу та його міцність не спостерігається.

Введення до складу порошкового дроту графіту в кількості 8,0-12,0 % забезпечує одержання в наплавленому металі мартенситної структури, а також утворення достатньої кількості карбідів титану і хрому. При наявності графіту в складі шихти порошкового дроту менше 8,0 %, у наплавленому металі збільшується кількість мартенситу і зменшується кількість твердої карбідної фази, що знижує твердість і зносостійкість металу. При підвищенні кількості графіту в складі дроту відбувається незасвоєння його в рідкій фазі наплавленого металу і виділення на поверхні розплаву у вигляді спілі.

Введення до складу порошкового дроту феротитану нижче встановленої межі (30,0 %) не забезпечує утворення достатньої кількості карбідів титану, що помітно б впливали на стійкість наплавленого металу до абразивного зношування. Збільшення кількості феротитану за 40,0 % при даному співвідношенні кількості компонентів у порошковому дроті не приводить до збільшення абразивної стійкості наплавленого металу при роботі виробів в умовах абразивного зношування.

Феромарганець доданий до складу шихти порошкового дроту 4,0-6,0 % з метою зв'язування сірки в сульфіди, попереджає утворення гарячих тріщин і збільшення кількості залишкового аустеніту. При вмісті марганцю більше 6,0 % в складі порошкового дроту він не повністю засвоюється в розплавленому металі і переходить в шлак. При вмісті феромарганцю менше 4,0 % його буде недостатньо для зв'язування сірки, що міститься в наплавленому металі, і запобігання утворенню гарячих тріщин.

Силікокальцій додаємо в склад шихти порошкового дроту, як іонізатор дугового процесу за рахунок кальцію, що дозволяє стабільно вести дуговий процес в процесі наплавлення. При введенні до складу шихти силікокальцію менше 1,5 зменшується іонізація дугового проміжку, в результаті чого дуговий процес протікає нестабільно, що заважає виконувати якісне наплавлення. При збільшенні вмісту силікокальцію більше 2,5 % стабільність дугового процесу не кращає.

Сукупність всіх існуючих ознак, у тому числі відмінних, забезпечує одержання наплавленого металу, стійкого в умовах абразивного зносу за рахунок утворення в наплавленому металі в'язкої складнолегованої металевої матриці з включенням в неї карбідів титану і хрому.

Для виготовлення складу порошкового дроту, що заявляється, застосовували наступні вихідні матеріали

Графіт тигельний ГТ-3 ГОСТ 4596-75

Феротитан ФТі70С1 ГОСТ 4761-80

Ферохром ФХ200Б ГОСТ 4757-91

Феромолібден ФМо55 ГОСТ 4759-89

Феромарганець ФМн 70 ГОСТ 4755-80

Силікокальцій СК15 ГОСТ 4762-71

Залізний порошок ПЖВ2 ГОСТ 9849-86

Маловуглецева сталь - сталевая стрічка ст. 0.8кп ОМ-2-0-0,6 × 15 ГОСТ 503-81.

Склади порошкових дротів для наплавлення і результати випробувань наплавленого металу подані в таблиці.

Виготовлення порошкових дротів здійснюється в такий спосіб: інгредієнти шихти порошкових дротів попередньо дробляться до стану, що забезпечує утримання в пилоподібних частках більше 60 % маси об'єму. Перед наваженням всі інгредієнти з вологістю більше 0,1 % просушують при температурі 200-250 °С, а потім просіваються крізь сито № 025 за ГОСТ 3584-73. Дріт виготовляється на профілюючому стані шляхом безупинного згортання стрічки, що заповнюється шихтою, і наступним калібруванням і вальцюванням на необхідний

діаметр дроту. Кінцевий діаметр порошкового дроту дорівнює 2,6-2,8 мм, коефіцієнт заповнення 28-30 %.

5 Наплавлення виконували на пластини зі сталі 20, розмірами 150 × 200 × 20 мм, зварювальним напівавтоматом А-765 від джерела живлення ВС-500 на режимі: сила струму 150-250А, напруга 28-30 В, полярність пряма.

Випробування наплавленого металу на стійкість до абразивного зносу робили в лабораторних умовах. Зносостійкість оцінювали по кількості різниці маси зразків до і після випробування.

10 З таблиці видно, що порошкові дроти складу 2-4 забезпечують одержання наплавленого металу з більш високою зносостійкістю в порівнянні зі складом прототипу.

Запропонований склад порошкового дроту дозволяє одержати більш стійкий, у порівнянні з прототипом, до абразивного зносу матеріал. Це досягається за рахунок одержання в наплавленому металі металевої матриці мартенситної структури легованої титаном і хромом з включенням в неї карбідів титану і хрому.

15

Таблиця

№ п/п	вміст компонентів, %							відносна, зносостійкість
	графіт	феротитан	ферохром	феромарганець	феромолібден	силікокальцій	залізний порошок	
1	6,0	25,0	10,0	3,0	0,1	1,0	55,0	0,87
2	8,0	30,0	15,0	4,0	0,4	1,5	41,5	1,1
3	10,0	35,0	20,0	5,0	0,7	2,0	23,0	1,25
4	12,0	40,0	25,0	6,0	1,0	2,5	14,5	1,16
5	14,0	45,0	30,0	7,0	1,3	3,0	1,0	1,0
прототип	7,1-17,8	3,6-17,8	сечовина 26,6-	3,6-7,2		феросилікокальцій 1,8-3,6	решта	1,0

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

20 Порошковий дріт для наплавлення, що складається зі сталевий низьковуглецевої оболонки і порошкоподібної шихти, що містить залізний порошок, графіт, феротитан, феромарганець і силікокальцій, який **відрізняється** тим, що додатково шихта містить ферохром і феромолібден при наступному співвідношенні інгредієнтів, мас. %:

графіт 8,0-12,0  
 феротитан 30,0-40,0  
 ферохром 15,0-25,0  
 феромолібден 0,4-1,0  
 феромарганець 4,0-6,0  
 силікокальцій 1,5-2,5  
 залізний порошок 13,5-41,1,

при цьому коефіцієнт заповнення порошкового дроту складає 28-30 %.

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601